

IAP20 Rec'd FGM TO 14 MAR 2006

1

## Beschreibung

Verfahren und Kommunikationsanordnung zur Detektion zumindest  
einer weiteren mit zumindest einer Teilnehmeranschlussleitung  
5 verbindbaren Kommunikationseinrichtung

In aktuellen Kommunikationsnetzen sind die Teilnehmer bzw.  
den Teilnehmern zugeordneten Kommunikationsendgeräte - wie  
beispielsweise Netzabschlusseinrichtungen (NT Network Termi-  
10 nation) - über Teilnehmeranschlussleitungen an zentrale Ver-  
mittlungseinrichtungen oder digitale Multiplexer-  
Einrichtungen (auch als DSLAM bezeichnet, Digital Subscriber  
Line Access Multiplexer) angeschlossen. Der Anschluss der  
teilnehmerseitigen Kommunikationsendgeräte bzw. der Vermitt-  
15 lungseinrichtungen an die jeweilige Teilnehmeranschlusslei-  
tung - welche zum Beispiel als Zweidraht- oder Vierdraht-  
Leitung ausgestaltet sein kann - erfolgt jeweils über eine  
Teilnehmeranschlusseinheit bzw. über ein in der jeweiligen  
Teilnehmeranschlusseinheit angeordnetes Modem, wobei die Da-  
20 tenkommunikation zwischen den Modems über die Teilnehmeran-  
schlussleitung beispielsweise mittels eines xDSL-  
Übertragungsverfahrens erfolgen kann.

Insbesondere im Teilnehmeranschlussbereich tritt vereinzelt  
25 die Situation auf, dass der Informationsaustausch zwischen  
einer Vermittlungseinrichtung und eines über die Teilnehmer-  
anschlussleitung daran angeschlossenen Kommunikationsendgerä-  
tes des Teilnehmers durch eine weitere Kommunikationseinrich-  
tung - auch als Abhöreinrichtung bezeichnet - abgehört wird.  
30 Diese Situation wird auch als Anzapfen der Teilnehmeran-  
schlussleitung bezeichnet (wire-tap). In FIG 1 ist das typi-  
sche Anzapfen der Teilnehmeranschlussleitung beispielhaft  
schematisch dargestellt. Gemäß FIG 1 ist seitens des Teilneh-  
mers eine Kommunikationseinrichtung B über eine Teilnehmeran-  
35 schlussleitung TAL mit einer Vermittlungseinrichtung A ver-  
bunden. Zusätzlich ist eine weitere Kommunikationseinrichtung  
C als Abhöreinrichtung über eine Stichleitung SL mit der

Teilnehmeranschlussleitung TAL verbunden. Der Anschluss der Abhöreinrichtung C an die Teilnehmeranschlussleitung TAL ist in der Art und Weise realisiert, dass die Abhöreinrichtung C sämtliche über die Teilnehmeranschlussleitung TAL bidirektional übermittelten Informationen empfangen kann.

Im Zeichen der Informationssicherheit spielt die Detektion bzw. das Erkennen derartiger mit der Teilnehmeranschlussleitung verbundener Abhöreinrichtungen eine immer wichtigere Rolle. Aktuell sind verschiedene Verfahren bzw. Methoden bekannt, mit denen das Anzapfen einer Teilnehmeranschlussleitung erkannt bzw. verhindert werden kann. Die einfachste Methode ist das Messen des Gleichstrom-Eingangswiderstands der Teilnehmeranschlussleitung. Jedes zusätzliche Anschalten eines weiteren Kommunikationsendgeräts wie beispielsweise einer Abhöreinrichtung an die Teilnehmeranschlussleitung verursacht eine Änderung der Versorgungsspannung und wird somit als Änderung des Gleichstrom-Eingangswiderstands der Teilnehmeranschlussleitung detektierbar. Derartige Detektionsverfahren können jedoch durch den Einsatz von eine hohe Eingangsimpedanz aufweisenden Abhöreinrichtungen - z.B. durch den Einsatz von Tastköpfen mit hoher Eingangsimpedanz - wirkungslos gemacht werden, da diese messtechnisch nicht erfassbar sind.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde die Detektion von mit einer Teilnehmeranschlussleitung verbundenen Abhöreinrichtungen zu verbessern und somit eine sichere Datenübertragung über die Teilnehmeranschlussleitung zu gewährleisten bzw. zu garantieren. Insbesondere soll auch das Anschalten von eine hohe Eingangsimpedanz aufweisenden Abhöreinrichtungen an die Teilnehmeranschlussleitung detektiert werden. Die Aufgabe wird durch ein Verfahren und durch eine Kommunikationsanordnung gemäß den Merkmalen der Patentansprüche 1 und 8 gelöst.

35

Der wesentliche Aspekt des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Detektion zumindest einer weiteren mit zumindest einer Teil

nehmeranschlussleitung verbindbaren Kommunikationseinrichtung besteht darin, dass die Übertragungsfunktion der zumindest einen Teilnehmeranschlussleitung hinsichtlich signifikanter Änderungen überwacht wird, wobei bei Feststellen einer signifikanten Änderung der Übertragungsfunktion die Detektion der zumindest einen weiteren mit der Teilnehmeranschlussleitung verbundenen Kommunikationseinrichtung angezeigt wird.

Der wesentliche Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass selbst die Anschaltung von eine hohe Eingangsimpedanz aufweisenden Abhöreinrichtungen an eine Teilnehmeranschlussleitung erkannt bzw. detektiert wird. Des Weiteren kann mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens überprüft werden, ob neben einer vorgesehenen Anzahl an eine Teilnehmeranschlussleitung angeschlossener Kommunikationseinrichtungen gegebenenfalls weitere Kommunikationseinrichtungen mit dem Teilnehmeranschluss bzw. mit der Teilnehmeranschlussleitung verbunden sind. Dadurch können illegale Aufschaltungen von Kommunikationseinrichtungen - z.B. illegales Nutzen eines Teilnehmeranschlusses durch Dritte - erkannt werden. Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens kann eine sichere Datenübertragung zwischen zentraler Vermittlungseinrichtung und den jeweiligen Teilnehmern zugeordneten Kommunikationsendgeräten gewährleistet werden.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Übertragungsfunktion der Teilnehmeranschlussleitung in annähernd periodischen Zeitabständen erfasst und aus den Erfassungsergebnissen ein Mittelwert der Übertragungsfunktion abgeleitet. Die Abweichung der aktuell ermittelten Übertragungsfunktion von dem Mittelwert der Übertragungsfunktion wird überwacht, wobei bei Feststellen einer Abweichung über einen vorgegebenen Schwellenwert die Detektion der zumindest einen weiteren Kommunikationseinrichtung angezeigt wird - Anspruch 3. Der Vorteil dieser Weiterbildung besteht darin, dass gegebenenfalls zeitliche Veränderungen der Übertragungsfunktion der Teilnehmeranschlussleitung be

rücksichtigt werden und somit Fehler-Detektionen bzw. Fehleralarme vermieden werden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie eine Kommunikationsanordnung zur Detektion von zumindest einer weiteren mit der zumindest einen Teilnehmeranschlussleitung verbindbaren Kommunikationseinrichtung sind den weiteren Ansprüchen zu entnehmen.

10 Im Folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren anhand mehrere Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen

FIG 1 ein Anschlussszenario mit einer mit einer Teilnehmeranschlussleitung verbundenen Abhöreinrichtung

15 FIG 2 die Aufteilung eines durch die Teilnehmeranschlussleitung gebildeten Übertragungskanals hinsichtlich der Shannon-Kapazität aus Sicht der Abhöreinrichtung

FIG 3 den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens in Form eines selbsterläuternden Ablaufdiagramms

20

Es sei noch einmal auf die eingangs erläuterte und in FIG 1 dargestellte Kommunikationsanordnung verwiesen. In diesem Ausführungsbeispiel repräsentiert die Kommunikationseinrichtung eine zentrale Vermittlungseinrichtung bzw. eine Multiplexereinrichtung an welche über eine Teilnehmeranschlussleitung TAL ein Teilnehmer - nicht dargestellt - mittels einer als Netzabschlusseinrichtung ausgestalteten Kommunikationseinrichtung B angeschlossen ist. Der Anschluss der Kommunikationseinrichtungen A, B an die Teilnehmeranschlussleitung TAL erfolgt jeweils über ein xDSL-Modem MOD. Das Prinzip des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass bei einer „sauberen“ Teilnehmeranschlussleitung, d.h. bei einer Teilnehmeranschlussleitung ohne daran angeschlossener Abhöreinrichtung C, möglichst viel an leitungsspezifischen Informationen wie beispielsweise Übertragungsfunktion, Hintergrundrauschen usw. erfasst und festgehalten bzw. gespeichert werden. Eine saubere bzw. unangezapfte Teilnehmeranschlusslei

35

tung - mit zumindest zwei daran angeschlossenen über diese Teilnehmeranschlussleitung miteinander kommunizierenden Kommunikationseinrichtungen - weist im allgemeinen streng linear zeit-invariante Eigenschaften auf und kann somit durch ihre Übertragungsfunktion  $H_{\text{current}}$  im Frequenzbereich charakterisiert bzw. identifiziert werden. Bei Anschließen einer weiteren Kommunikationseinrichtung ändert sich beispielsweise die Ortskurve der Eingangsimpedanz der Teilnehmeranschlussleitung was eine signifikante Änderung der Übertragungsfunktion  $H_{\text{current}}$  zur Folge hat.

Erfindungsgemäß wird die Übertragungsfunktion  $H_{\text{current}}$  der Teilnehmeranschlussleitung auf signifikante Änderungen überprüft, wobei eine signifikante Änderung der Übertragungsfunktion  $H_{\text{current}}$  durch eine Alarmmeldung angezeigt wird. Bei Verwendung des xDSL-Übertragungsverfahrens kann vorteilhaft auf bereits standardkonforme Verfahren zum Erfassen der aktuellen Übertragungsfunktion  $H_{\text{current}}$  (z.B. in Rahmen einer Trainingsphase oder Präqualifizierungsphase) zurückgegriffen werden. Alle aktuellen xDSL-Übertragungsverfahren (CAP, DMT, QAM, TH-PHM) starten mit einer sogenannten Trainingsphase, bei der die Übertragungsfunktion  $H_{\text{current}}$  der Teilnehmeranschlussleitung implizit (Entzerrerkoeffizienten bei QAM) oder explizit (bei DMT) bestimmt wird. Derartige Routinen sind bereits hardwaremäßig, d.h. in Form von Chipset in den einzelnen Anschlusseinheiten bzw. Modems implementiert. Das erfindungsgemäße Verfahren ist auf beiden Seiten der Teilnehmeranschlussleitung TAL ausführbar, z.B. durch das in der Vermittlungseinrichtung A und/oder durch das in der Netzabschlusseinrichtung B angeordnete xDSL-Modem.

Die Übertragungsfunktion  $H_{\text{current}}$  kann sowohl während der aktuellen Informationsübertragung über die Teilnehmeranschlussleitung TAL als auch z.B. im Rahmen des standardisierten Trainingsverfahrens gemäß ITU-T G.992.3 erfasst werden - double-ended loop test (DELT).

Die aktuell erfasste Übertragungsfunktion  $H_{\text{current}}$  wird üblicherweise in Form von frequenzabhängigen Koeffizienten abgespeichert, wobei die abgespeicherten Informationen im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens zyklisch abgerufen und weiterverarbeitet werden.

Moderne xDSL-Übertragungssysteme arbeiten nahe an der physikalischen Grenze der für die digitale Signalübertragung gültigen Shannon-Kapazität:

10

$$R = B \log \left( 1 + \frac{S}{N} \right),$$

wobei

B die Bandbreite,  
15 S/N den Signal-Rauschabstand und  
R die erreichbare Bit-Übertragungsrate repräsentiert.

Durch das Anzapfen der Teilnehmeranschlussleitung TAL mittels einer Abhöreinrichtung kann diese Shannon-Theorie nicht umgangen werden. FIG 2 zeigt das Aufteilen des zwischen den Kommunikationseinheiten A und B angeordneten Übertragungskanals hinsichtlich der Shannon-Kapazität aus der Sicht der Abhöreinrichtung C. Vorausgesetzt einer homogenen Teilnehmeranschlussleitung TAL wird ersichtlich, dass sowohl für den Fall  $H_1 \rightarrow 0$  oder  $H_2 \rightarrow 0$  ( $H_x$  entspricht der Übertragungsfunktion der jeweiligen Leitungsabschnitte der Teilnehmeranschlussleitung) ein undetektierbares Anzapfen der Teilnehmeranschlussleitung physikalisch unmöglich ist, insbesondere für den Fall, dass die Bandbreite der zwischen A und B geführten Datenkommunikation sich am Rand der Shannon-Kapazität bewegt. Dies bedeutet, dass bei Einsatz eines xDSL-Übertragungsverfahrens die Informationssicherheit um so größer ist, je näher sich die Datenkommunikation zwischen den beteiligten Kommunikationseinheiten an der Shannon-Kapazität bewegt.

Eine zusätzliche Sicherheit bei der Detektion von Abhöreinrichtungen wird erreicht, wenn die Bandbreite der über die Teilnehmeranschlussleitung geführten Datenkommunikation mit Hilfe spezifischer Bandpass-Signale (wie beispielsweise Pilotöne oder Bandpass-Pseudo-Rauschen) erweitert wird. Ein Abhörer wird normalerweise nicht den Frequenzbereich außerhalb der standardisierten Kommunikationsbandbreite (z. B. 2,2Mhz bei ADSL-Übertragungsverfahren) beachten, so dass die Wahrscheinlichkeit groß ist, einen Abhörversuch durch charakteristische Echos in diesem erweiterten Bandbreitenbereich zu detektieren. Diese Verbesserung ist leicht realisierbar, da aktuelle handelsübliche Modems in der Lage sind, die Übertragungsfunktion auch in diesen erweiterten Bandbreitenbereich zu erfassen.

Änderungen der charakteristischen Übertragungsfunktion  $H_{\text{current}}$  können auch durch mit Rauschen behafteten Messvorgängen verursacht werden. Um die dadurch verursachten Fehler-Alarme zu verhindern bzw. einzudämmen wird vorteilhaft der gleitende Mittelwert der gemessenen Übertragungsfunktion  $H_{\text{mean}}$  (Durchschnitt) wie folgt ermittelt

$$H_{\text{mean}, n+1} = \alpha H_{\text{mean}, n} + \beta H_{\text{current}}$$

25

wobei  $0 < \alpha, \beta < 1$

Die Kostenfunktion  $Q$  für das Anzeigen von mit der Teilnehmeranschlussleitung verbundenen Abhöreinrichtungen ist wie folgt definiert

30

$$Q = \|H_{\text{mean}} - H_{\text{current}}\|^2$$

Die Norm der erfassten Übertragungsfunktion  $H$  ist als  $L_2$ -Norm gemäß

35

$$\|H\|^2 = \sum_{k=0}^N |H(k)|^2$$

definiert, wobei N die Anzahl der Subträger des xDSL-Signals repräsentiert.

5

Die Detektion einer Abhörriechung, d.h. das Abgeben einer Alarmmeldung basiert auf einem Schwellenwert t, wobei gemäß dem in FIG 3 dargestellten selbsterläuternden Ablaufdiagramm die Bedingung

10

$Q > t$  zu einer Alarmmeldung, und

$Q < t$  lediglich zur einer Aktualisierung des gleitenden Mittelwertes der erfassten Übertragungsfunktion  $H_{\text{mean}}$

15

führt.

Wie bereits erläutert können die Teilnehmeranschlussleitungen als Zweidraht- oder Vierdraht- bzw. N-Draht-Leitungen ausgestaltet sein. Erfindungsgemäß wird in Abhängigkeit der jeweiligen Anzahl der Adernpaare pro Teilnehmeranschlussleitung TAL die L2-Norm der Übertragungsfunktion H wie folgt ermittelt

20

$$\|H\|^2 = \sum_{l=0}^M \sum_{k=0}^N |H(k)|^2$$

25

wobei

M = Anzahl der Leitungspaare pro Teilnehmeranschlussleitung (xDSL-Verbindung)

30

N = die Anzahl der Subträger des xDSL-Signals repräsentiert.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens kann das Anzapfen von Teilnehmeranschlussleitungen, über welche insbesondere  
35 mit Hilfe eines xDSL-Übertragungsverfahrens übermittelte In



- formationen auf einfache Weise detektiert werden. Vorteilhaft können für die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens bereits handelsübliche xDSL-Modems eingesetzt werden, da diese im Rahmen der standardkonformen Trainingsphase bzw. Präqualifizierungsverfahrens bereits Mechanismen zur Erfassung der Übertragungsfunktion von Teilnehmeranschlussleitungen aufweisen, so dass diese Informationen lediglich im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens weiterverarbeitet werden müssen.
- 10 Insbesondere im hohen Frequenzbereich - wie z.B. beim VDSL-Übertragungsverfahren - ergeben sich somit neuartige Möglichkeiten auch extrem hochohmige Anzapfungen durch die Feldbeeinflussung (wie beispielsweise parasitäre Kapazitäten) während der Anschaltung selbst zu detektieren.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Detektion zumindest einer weiteren mit zu-  
mindest einer Teilnehmeranschlussleitung (TAL) verbindbaren  
5 Kommunikationseinrichtung (C),  
bei dem die Übertragungsfunktion ( $H_{\text{current}}$ ) der zumindest einen  
Teilnehmeranschlussleitung (TAL) hinsichtlich signifikanter  
Änderungen überwacht wird,  
bei dem bei Feststellen einer signifikanten Änderung der Ü-  
10 bertragungsfunktion ( $H_{\text{current}}$ ) die Detektion der zumindest ei-  
nen weiteren mit der zumindest einer Teilnehmeranschlusslei-  
tung (TAL) verbundenen Kommunikationseinrichtung (C) ange-  
zeigt wird.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
an die zumindest eine Teilnehmeranschlussleitung (TAL) zumin-  
dest eine erste und zumindest eine zweite Kommunikationsein-  
richtung (A,B) zur Informationsübermittlung angeschlossen  
20 ist, wobei die Übertragungsfunktion von der zumindest einen  
ersten und/oder von der zumindest einen zweiten Kommunikati-  
onseinrichtung (A,B) überwacht wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
25 **dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Übertragungsfunktion ( $H_{\text{current}}$ ) der Teilnehmeran-  
schlussleitung (TAL) in annähernd periodischen Zeitabständen  
erfasst und aus den Erfassungsergebnissen ein Mittelwert der  
Übertragungsfunktion ( $H_{\text{mean}}$ ) abgeleitet wird,  
30 dass die Abweichung der aktuell ermittelten Übertragungsfunk-  
tion ( $H_{\text{current}}$ ) von dem Mittelwert der Übertragungsfunktion  
( $H_{\text{mean}}$ ) überwacht wird,  
dass bei Feststellen einer Abweichung über einen vorgegebenen  
Schwellwert ( $t$ ) die Detektion der zumindest einen weiteren  
35 Kommunikationseinrichtung (C) angezeigt wird.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass bei einer mehrere Aderpaare umfassenden Teilnehmeran-  
schlussleitung (TAL) die Übertragungsfunktion ( $H_{\text{current}}$ ,  $H_{\text{mean}}$ )  
5 pro Aderpaar überwacht wird.
5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass durch die zumindest eine weitere Kommunikationseinrich-  
10 tung (C) eine Abhöreinrichtung repräsentiert wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Informationsübermittlung zwischen der zumindest ei-  
15 nen ersten und der zumindest einen zweiten Kommunikationsein-  
richtung (A, B) gemäß einem xDSL-Übertragungsverfahren er-  
folgt.
7. Verfahren nach Anspruch 6,  
20 **dadurch gekennzeichnet,**  
die Überwachung durch ein der zumindest einer ersten und/oder  
der zumindest einer zweiten Kommunikationseinrichtung (A, B)  
zugeordnetes xDSL-Modem erfolgt.
- 25 8. Kommunikationsanordnung zur Detektion zumindest einer wei-  
teren mit zumindest einer Teilnehmeranschlussleitung (TAL)  
verbindbaren Kommunikationseinrichtung (C),  
mit Überwachungsmitteln (MOD) zur Überwachung der Übertra-  
gungsfunktion ( $H_{\text{current}}$ ) der zumindest einen Teilnehmeran-  
30 schlussleitung (TAL) hinsichtlich signifikanter Änderungen,  
wobei die Überwachungsmittel (MOD) derart ausgestaltet sind,  
dass bei Feststellen einer signifikanten Änderung der Über-  
tragungsfunktion ( $H_{\text{current}}$ ) die Detektion der zumindest einen  
weiteren mit der Teilnehmeranschlussleitung (TAL) verbundenen  
35 Kommunikationseinrichtung (C) angezeigt wird.

9. Kommunikationsanordnung nach Anspruch 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass an die zumindest eine Teilnehmeranschlussleitung (TAL)  
zumindest eine erste und zumindest eine zweite Kommunikati-  
5 onseinrichtung (A,B) zur Informationsübermittlung angeschlos-  
sen ist.

1/2

FIG 1

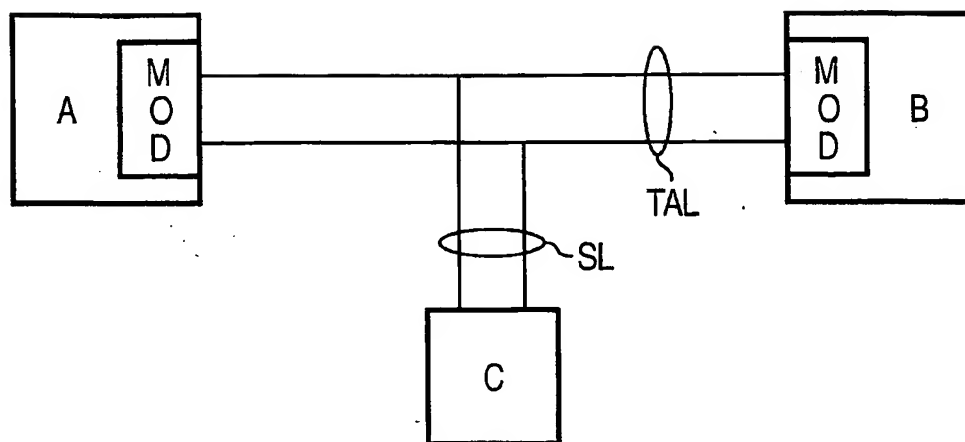
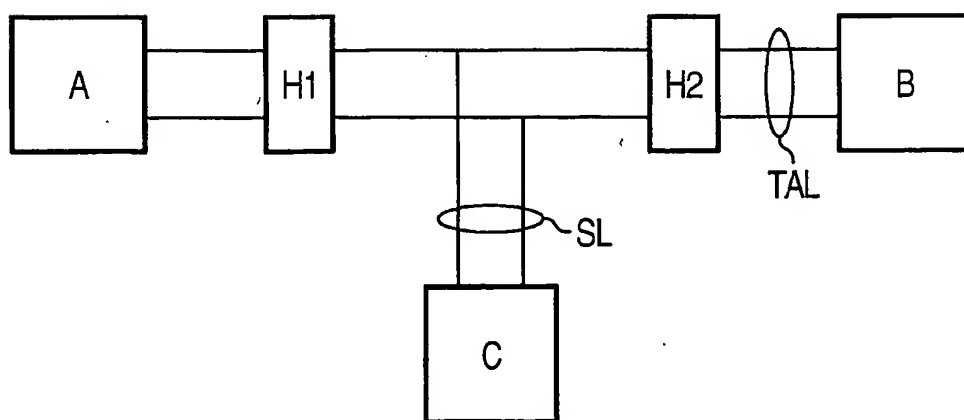


FIG 2



2/2

FIG 3

